

## BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

15/3

198

PRIORITY  
DOCUMENTSUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

REC'D 29 DEC 2000

WIPO

PCT

10-070604  
DE 00/03108#5  
725-03Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 199 43 148.5

**Anmeldetag:** 09. September 1999

**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft,  
München/DE

**Bezeichnung:** Bauelemente und deren Herstellung

**IPC:** H 01 L, H 05 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 20. Dezember 2000  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Agurks

9 43 148.5 vom 9.9.99



## Beschreibung

## Bauelemente und deren Herstellung

- 5 Die Erfindung betrifft Bauelemente und ein Verfahren zur Herstellung von Bauelementen.

10 Bauelemente weisen ein optoelektronisches Funktionselement auf, das im allgemeinen auf einem Substrat, insbesondere einem Glassubstrat, angeordnet ist. Das optoelektronische Funktionselement kann eine lichtemittierende Diode (LED) sein, beispielsweise eine organische lichtemittierende Diode (OLED).

- 15 LEDs bzw. OLEDs bestehen aus mehreren Funktionsschichten und weisen beispielsweise folgenden Aufbau auf (siehe dazu: „Philips Journal of Research“, Vol. 51 (1998), Seiten 467 bis 477): Eine dünne ITO-Schicht (ITO = Indium Tin Oxide) als transparente Elektrode, eine leitende Polymerschicht, eine  
20 elektrolumineszierende Schicht, d.h. eine Schicht aus lichtemittierendem Material, insbesondere aus einem lichtemittierenden Polymer, und eine Elektrode aus einem Metall mit geringer Austrittsarbeit.

- 5 Da die zum Aufbau von LEDs bzw. OLEDs verwendeten Materialien teilweise sehr empfindlich gegenüber Wasser und Sauerstoff sind, müssen sie gegen Umwelteinflüsse abgekapselt werden, d.h. sie werden in einem Gehäuse angeordnet. Dies kann beispielsweise in der Weise geschehen, daß die auf einem Glas-  
30 substrat angeordnete LED bzw. OLED mit einer Glasplatte abgedeckt wird und diese Glasplatte mit dem Glassubstrat verklebt wird (siehe dazu: „Applied Physics Letters“, Vol. 65 (1994), Seiten 2922 bis 2924). Die Verklebung erfolgt beispielsweise mit einem Epoxidharz. Hierbei ist allerdings eine  
35 relativ dicke Klebefuge erforderlich, so daß über die Klebeschicht Feuchtigkeit in den Hohlraum zwischen Glassubstrat und Glasplatte eindringen kann.

Dichtungsmittel, welches das Substrat an das Gehäuse bindet. Gehäuse und Substrat können aus Glas bestehen.

5 Glasgehäuse werden üblicherweise durch Gießen oder Umformen, d.h. Pressen, hergestellt. Die dabei erhaltenen Behälter sind aber wenig präzise und die Oberflächen sind glatt. Außerdem sind die Oberflächen nicht hinreichend plan. Beim Versiegeln von OLEDs müssen die Klebeflächen aber - mit einer Toleranz von wenigen Mikrometern - plan sein. Deshalb ist bei derarti-  
10 gen Behältern ein aufwendiges Nachbearbeiten der Klebeflächen erforderlich.

Aufgabe der Erfindung ist es, Bauelemente, die ein optoelektronisches Funktionselement enthalten, derart auszugestalten,  
15 daß einerseits das Funktionselement hermetisch gekapselt ist, d.h. durch Umwelteinflüsse, wie Wasser und Luft, nicht beeinträchtigt wird und auch nicht mechanisch beschädigt werden kann, und daß andererseits die Kapselung in relativ einfacher Weise realisiert werden kann.

20

Dies wird erfindungsgemäß durch Bauelemente erreicht, die folgende Komponenten aufweisen:

- ein Glassubstrat
- eine auf dem Glassubstrat angeordnete organische lichtemittierende Diode und  
5
- eine über der organischen lichtemittierenden Diode angeordnete und am Rand mit dem Glassubstrat verklebte Glaskappe, die aus einer Glasplatte durch dreidimensionalen Materialabtrag mittels eines Strahlverfahrens hergestellt  
30 ist.

Bei den Bauelementen nach der Erfindung bildet die Glaskappe zusammen mit dem Glassubstrat einen stabilen Hohlraum, in dem die OLED angeordnet ist; eine mechanische Schädigung ist so-  
35 mit ausgeschlossen. Auch eine Schädigung durch Umwelteinflüsse tritt nicht auf, weil die Bauelemente hermetisch ab-

hergestellten Glasgehäusen der Fall ist. Diese Glasgehäuse fallen außerdem einzeln an, und sie müssen daher beim Verkleben einzeln positioniert und prozessiert werden. Eine Einzelprozessierung ist aber teuer und für eine Massenfertigung, wie sie in der Displaytechnik üblich ist, nicht geeignet.

Im Gegensatz dazu können die Glaskappen nach der Erfindung sehr einfach auch in großen Nutzen hergestellt werden. In der Displaytechnik sind heutzutage Nutzengrößen von 16 inch x 16 inch und größer üblich. Die dafür notwendigen Glaskappen müssen für eine Massenfertigung in der gleichen Nutzengröße herstellbar sein. Dies läßt sich sehr einfach in der Weise realisieren, daß entsprechende Glasplatten über photolithographische Prozesse strukturiert werden und durch ein Strahlverfahren beispielsweise bis zu 150 Aussparungen - mit der gewünschten Form und Tiefe - in der Glasplatte erzeugt werden. Die Vereinzelung kann dann nach bekannten Verfahren erfolgen und findet in der Regel erst nach dem Fügeprozeß statt. Eine besonders bevorzugte Variante der Erfindung besteht somit darin, entsprechend einem durch ein zu verkapselndes Display vorgegebenen Layout eine Vielzahl von Aussparungen in einem Glasnutzen in einem einzigen Arbeitsgang herzustellen und die Vereinzelung erst nach dem Verkapseln durchzuführen. Ein zusätzlicher Vorteil besteht darin, daß sich nahezu jede gewünschte Form durch einfaches photolithographisches Strukturieren herstellen läßt.

Von Vorteil ist weiterhin, daß bei den durch ein Strahlverfahren hergestellten Glaskappen die innere Oberfläche, d.h. die Kappeninnenseite, aufgeraut ist. Werden nämlich zusätzlich Gettermaterialien eingesetzt, um Feuchtigkeit oder Sauerstoff zu binden, so lassen sich auf der rauhen Oberfläche anorganische Materialien durch Verdampfen langfristig stabil abscheiden. Auch können Gettersubstanzen, dispergiert in einem organischen Klebstoff, langfristig stabil mit der rauhen Kappeninnenseite verklebt werden.



Besonders vorteilhaft dient als Klebstoff ein UV-härtbarer Klebstoff. Die Verwendung eines derartigen Klebstoffes ist für die Verkapselung von OLEDs von Vorteil, weil die Härtung des Klebstoffes einerseits ökonomisch schnell und andererseits materialschonend bei niedrigen Temperaturen erfolgt.

Ein besonderer Vorteil von Glaskappen, die mittels eines Strahlverfahrens hergestellt wurden, ergibt sich bei der Verwendung eines UV-härtbaren Klebstoffes. Beim Strahlverfahren kann nämlich - durch die Wahl der Strahlbedingungen - die Rauigkeit der Kappeninnenseite so gestaltet werden, daß einfallende Lichtstrahlen weitestgehend diffus reflektiert werden. Dadurch wird die Energie der Lichtstrahlen soweit vermindert, daß eine Strahlenschädigung der lichtemittierenden Diode, d.h. der auf dem Glassubstrat befindlichen Materialien, vollständig vermieden werden kann. Dies ist insbesondere dann von Vorteil, wenn die Glaskappe mittels eines UV-härtbaren Klebstoffes verklebt wird, weil dabei eine Abschattung strahlungsempfindlicher Bereiche nicht erforderlich ist.

Bei den Bauelementen nach der Erfindung erfolgt die Herstellung der organischen lichtemittierenden Dioden, die durch eine Glaskappe verkapselt werden sollen, nach bekannten Verfahren. Dies sind beispielsweise Spin-coating, wenn Polymerlösungen verarbeitet werden, oder Aufdampfen, wenn Monomere verarbeitet werden. Als Substrate werden ITO-beschichtete Gläser (ITO = Indium Tin Oxide) verwendet, wobei das ITO auch strukturiert sein kann. ITO ist transparent und wird wegen seiner elektrischen Eigenschaften als Anode verwendet. Falls erforderlich, werden Hilfsschichten, wie Loch- und elektronenleitende Schichten, verwendet. Als Kathode werden Metalle, wie Calcium, aufgedampft. Die zu verbindenden Teile bestehen aus einem Glassubstrat, auf dem sich die organische lichtemittierende Diode befindet, und einer Glaskappe. Die zu fügenden Teile werden in einer inerten, d.h. insbesondere sauerstoff- und wasserfreien Atmosphäre zueinander positio-

handelsüblichem Polyethyldioxothiophen (PEDOT) aufgebracht. Diese Schicht wird durch einen Temperprozeß getrocknet. Anschließend wird darauf - ebenfalls durch Spin-coating - aus Xylol eine Emitterschicht, bestehend aus einem handelsüblichen Polyfluorenderivat, mit einer Dicke von 100 nm aufgebracht. Diese Schicht wird bei einem Druck von  $10^{-6}$  mbar getrocknet. Beim gleichen Druck werden durch eine Schattenmaske zwei je 2 mm breite Calciumstreifen im Abstand von 1 cm als Kathoden aufgedampft. Diese Metallstreifen sind rechtwinklig zu den auf dem Glassubstrat befindlichen ITO-Strukturen angeordnet. Die Flächen der sich kreuzenden Anoden- und Kathodenbahnen, zwischen denen sich die Polymeren befinden, stellen die aktive Fläche der Leuchtdiode dar. Auf die Calciumstreifen werden - ebenfalls durch eine Schattenmaske - Silberstreifen mit einer Dicke von 150 nm aufgedampft. An den zu verklebenden Stellen wird allerdings kein Metall aufgedampft, an diesen Stellen werden vielmehr die organischen Schichten manuell abgezogen.

Zu Testzwecken werden vier von auf diese Weise hergestellte Dioden mit einer Glaskappe verkapselt. Die Außenmaße der Kappe betragen 24 mm x 24 mm (Dicke: 1,1 mm), der Kleberand beträgt 1 mm und die Tiefe der Aussparung 500 µm. Die zu fügenden Teile werden in einer sauerstoff- und wasserfreien Atmosphäre zueinander positioniert und miteinander verklebt, und zwar mit einem organischen Klebstoff. Wird bei diesem Bauelement an die ITO- bzw. Ca/Ag-Ausleitungen am Rande des Glassubstrats beispielsweise eine Spannung von 5 V angelegt, so leuchtet die verkapselte Diode grün.

30

## Beispiel 2

### Herstellung von Glaskappen mit glattem Kleberand

35 Zur Herstellung der Glaskappen werden 1,1 mm dicke planparallele Glasplatten verwendet. Die Glasplatten werden in einem Ultraschallbad mit Aceton 10 min gereinigt und anschließend

## Beispiel 3

## Herstellung von Glaskappen mit rauhem Kleberand

5 Bei der Herstellung von Glaskappen mit aufgerauhtem Kleberand wird zunächst entsprechend Beispiel 2 vorgegangen. Der entscheidende Unterschied besteht darin, daß nach der Erzeugung der Aussparung die die Kappenränder schützende Lackschicht in einem alkalischen Medium abgelöst wird. Die dann freiliegen-  
10 den Ränder der Kappe werden einem Strahlspanverfahren unterworfen. Dies erfolgt durch flächiges Überstrahlen mit geringem Druck, vorzugsweise 3 bar. Als Strahlmittel wird Korund mit einer mittleren Korngröße von 9  $\mu\text{m}$  verwendet. Bei einer Strahlzeit von 30 s werden Glaskappenränder mit einer Rau-  
15 heit der von etwa 30 rms hergestellt. Die gewünschte Rauigkeit kann durch die Korngröße und die Strahlzeit in weiten Grenzen eingestellt werden.

Auch hierbei erfolgt, falls erforderlich, im letzten Schritt  
20 die Vereinzelung der Glaskappen nach bekannten Verfahren, wie Sägen oder Brechen.

## Beispiel 4

## Herstellung von Bauelementen

Die bei der Herstellung der Bauelemente zu fügenden Teile, d.h. das Glassubstrat mit den darauf befindlichen organischen lichtemittierenden Dioden und die Glaskappen, werden in einer  
30 insbesondere sauerstoff- und wasserfreien Atmosphäre zueinander positioniert und miteinander verklebt. Die Verklebung erfolgt mit einem organischen Klebstoff, vorzugsweise mit einem UV-härtbaren Epoxidharz. Die Applikation des Klebstoffes erfolgt durch Kapillarverguß oder automatisch mittels  
35 eines Dispensers, die Härtung mit UV-Licht in einem geeigneten Wellenlängenbereich. In dieser Weise kann sowohl bei

## Patentansprüche

1. Bauelemente, g e k e n n z e i c h n e t durch
  - ein Glassubstrat (11)
  - 5 • eine auf dem Glassubstrat (11) angeordnete organische lichtemittierende Diode (12) und
  - eine über der organischen lichtemittierenden Diode (12) angeordnete und am Rand (14) mit dem Glassubstrat (11) verklebte Glaskappe (13), die aus einer Glasplatte durch
  - 10 dreidimensionalen Materialabtrag mittels eines Strahlverfahrens hergestellt ist.
2. Bauelemente nach Anspruch 1, d a d u r c h g e - k e n n z e i c h n e t , daß der Rand der Glaskappe
- 15 oberflächlich aufgerauht ist.
3. Bauelemente nach Anspruch 1 oder 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Glaskappe mittels eines organischen Klebstoffes mit dem Glassubstrat verklebt
- 20 ist.
4. Bauelemente nach Anspruch 3, d a d u r c h g e - k e n n z e i c h n e t , daß der Klebstoff UV-härtbar ist.
5. Bauelemente nach Anspruch 3 oder 4, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Klebstoff ein Epoxidharz ist.
6. Verfahren zur Herstellung von Bauelementen nach einem oder
- 30 mehreren der Ansprüche 1 bis 5, d a d u r c h g e - k e n n z e i c h n e t , daß in einer Glasplatte durch dreidimensionalen Materialabtrag mittels eines Strahlverfahrens eine Vielzahl von Aussparungen erzeugt wird, daß unter Verwendung dieser Glasplatte eine entsprechende Anzahl von
- 35 auf einem Substrat entsprechend angeordneten organischen lichtemittierenden Dioden verkapselt wird, und daß nachfol-



Zusammenfassung

Bauelemente und deren Herstellung

5 Die Bauelemente nach der Erfindung weisen folgende Komponenten auf:

- ein Glassubstrat (11)
- eine auf dem Glassubstrat (11) angeordnete organische lichtemittierende Diode (12) und

10 • eine über der organischen lichtemittierenden Diode (12) angeordnete Glaskappe (13), die am Rand (14) mit dem Glassubstrat (11) verklebt ist, wobei die Glaskappe aus einer Glasplatte durch dreidimensionalen Materialabtrag mittels eines Strahlverfahrens hergestellt ist.

15

FIG 1

